(Aus dem chemischen Laboratorium des physiologischen Institus zu Breslau.)

Ueber das Verhalten von Calcium und Magnesium in einigen Stoffwechselversuchen mit phosphorhaltigen und phosphorfreien Eiweisskörpern.

Inaugural-Dissertation

welche nebst den beigefügten Thesen

mit Genehmigung

der

medizinischen Fakultät der Universität Breslau

Freitag, den 8. März 1901, Mittags 1½ Uhr

in der

Aula Leopoldina der Königlichen Universität

gegen die Herren Opponenten:

Franz Goldschmidt, cand. phil.

Otto Reich, cand. med.

öffentlich vertheidigen wird

ERNST GOTTSTEIN

ARZT.

ACAD. MED. BAT. BUL.

BRESLAU 1901.

Druck von P. Cohn, Königsplatz No. 3a.

Zum Druck genehmigt auf Antrag des Referenten Herrn Professor Dr. Hürthle.

Breslau, den 1. Februar 1901.

Uhthoff,
Prodecan.

Seiner teuren Mutter,

sowie

dem Andenken

seines unvergesslichen Vaters

gewidmet

vom

Verfasser.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546309_0038

In einer Reihe von Stoffwechselversuchen, welche von Steinitz[1]), Zadik[2]), Ehrlich[3]) am Hunde ausgeführt worden sind, wurde festgestellt, dass unter sonst gleichen Bedingungen sich die Bilanz zwischen dem in der Nahrung aufgenommenen und dem in Harn und Kot ausgeschiedenen Phosphor günstiger gestaltet, wenn die Nahrung neben Phosphaten einen phosphorhaltigen Eiweisskörper (Caseïn oder Vitellin) enthält, als wenn sich in ihr, bei gleicher Menge von Phosphor in Form von Phosphaten, ein phosphorfreier Eiweisskörper (Myosin oder Edestin) befindet. Es konnte bei Fütterung eines phosphorhaltigen Eiweisskörpers ein Phosphoransatz erfolgen, wenn bei Fütterung eines phoshorfreien Eiweisskörpers der Körper Phosphor nach Aussen abgab oder es wurde, wenn die Bedingungen für den Phosphoransatz an sich ungünstige waren, in dem einen Falle weniger Phosphor auf Kosten des Körpers ausgeschieden als im anderen. Der Phosphorstoffwechsel war also abhängig von der Form, in welcher der Phosphor der Nahrung dem Organismus zugeführt wurde.

Die Erklärung dieser Thatsache erscheint auf den ersten Anblick nicht schwierig. Der Phosphor ist ebenso wie in der natürlichen Nahrung so auch im Organismus in zweierlei Formen enthalten. Er findet sich in ihr in phosphorsauren Salzen und in organischen, phosphorhaltigen Verbindungen, Nucleoalbuminen, Nucleoprotëiden, Lecithin und anderen mehr. Man konnte also annehmen, dass die Zufuhr phosphorhaltiger Eiweisskörper notwendig ist, sowohl zur Bildung, wie zum Ersatz der phosphorhaltigen organischen Ver-

[1]) Archiv f. d. ges. Physiolog. Bd. 72.

[2]) Ebenda Bd. 78.

[3]) Inaug.-Dissertation Breslau 1900.

bindungen, die im Stoffwechsel verbraucht werden. Der Versuch, den Beweis für die Richtigkeit dieser Ansicht zu führen, stösst jedoch auf Schwierigkeiten.

Wie sollen wir erkennen, was aus dem in organischer Bindung eingeführtem Phosphor wird? Setzen wir selbst voraus — was noch nicht zwingend bewiesen ist, — dass der organisch gebundene Phosphor der Nahrung auch in dieser Form resorbirt wird, so wird derselbe vielleicht vorübergehend in organischer Bindung ein Bestandteil der Zellen, aber schliesslich wird er vollständig zu Phosphorsäure oxydirt. Der Harn des Hundes enthält, wie G. Marcuse feststellte, nach Fütterung mit Caseïn keine nachweisbaren Mengen organisch gebundenen Phosphors.

Die Schlüsse, die wir auf Stoffwechselversuche aufbauen, stützen sich, gleichgiltig ob wir den Phosphor in organischer oder anorganischer Form einführen, immer nur auf die Ausscheidung von Phosphorsäure. Wird nun bei einem Stoffwechselversuche ein Teil des Phosphors im Organismus zurückgehalten, so kann der Phosphor, der in organischer Bindung eingeführt wurde, auch in organischer Bindung „angesetzt", er kann aber auch ebenso wie der in anorganischer Form eingeführte als Phosphorsäure zurückgehalten worden sein. Auch wenn mehr Phosphor ausgeschieden wird als in der Nahrung aufgenommen wurde, können wir zunächst nicht sagen, woher der Phosphor kommt. Untersuchen wir den Harn und Kot im Hunger oder ganz allgemein unter Bedingungen, unter denen eine Abgabe von Stoffen von Seiten des Körpers erfolgt, so kommen die Phosphate ebenfalls aus doppelter Quelle, aus den anorganischen Salzen der Gewebe und den organischen phosphorhaltigen Verbindungen. Der Vergleich des in der Nahrung aufgenommenen mit dem durch die Excrete ausgeschiedenen Phosphors, die Phosphorbilanz allein kann uns also keinen Aufschluss über das Schicksal des in organischer Bindung eingeführten Phosphors geben.

Nun führen wir mit dem organisch gebundenen Phosphor dem Organismus gleichzeitig Stickstoff zu. Wird die eingeführte Substanz angesetzt, so bleibt unter Umständen neben dem Phosphor auch gleichzeitig Stickstoff im Körper zurück. Andererseits wird bei der Oxydation phosphorhaltiger organischer Substanz im Körper neben dem Phosphor auch Stickstoff frei. In gewissen Fällen wird also Stickstoff und Phosphorassimilation bezw. -dissimilation Schwankungen im gleichen Sinne zeigen können, — aber durchaus nicht zeigen müssen. Es wird dies z. B. nicht der Fall sein, wenn die Aenderungen des Stoffwechsels nicht nur die organischen phosphorhaltigen Substanzen, sondern auch die phosphorfreien organischen stickstoffhaltigen Stoffe und die anorganischen Phosphorverbindungen betreffen. Dazu kommt noch, dass wir auch mit der Möglichkeit einer Synthese von phosphorhaltigen organischen Verbindungen aus Phosphaten und phosphorfreien organischen stickstoffhaltigen Substanzen der Nahrung rechnen müssen, bei welcher Stickstoff und Phosphor sich in einem uns ganz unbekannten Verhältniss mit einander vereinigen könnten.

Wie mannigfach die Verhältnisse sein können, welche die Stickstoff- und Phosphorbilanzen beeinflussen, zeigt folgendes Schema.

Stickstoffbilanz	Phosphorbilanz
Positiv	Positiv:
	1.) Ansatz organischer P-Verbindung.
	2.) Ansatz P-freier N-Verbindungen und Phosphate.
	3.) Bildung von organischen P-haltigen Verbindungen.
Negativ	Negativ:
	1.) Zerfall organischer P-Verbindungen.
	2.) Zerfall P-freier N-Verbindungen und Abgabe von Phosphaten.

Positiv	Negativ:
	1.) Ansatz P-freier N-Verbindungen und Abgabe von Phosphaten.
	2.) Ansatz von organischen P-Verbindungen bei stärkerer Abgabe von Phosphaten.
Negativ	Positiv:
	1.) Abgabe P-freien N-Verbindungen und Ansatz von Phosphaten
	2.) Zersetzung organischer P-haltiger Verbindung bei stärkerem Ansatz von Phosphaten.

Hiermit sind aber die möglichen Fälle noch gar nicht erschöpft, da die einzelnen Prozesse gleichzeitig mit verschiedener Stärke nebeneinander herlaufen können.

Einen Schritt weiter kommen wir, wenn wir ausser dem Stickstoff noch andere Bestandteile aufsuchen, welche neben dem Phosphor in den Geweben enthalten sind. Nehmen wir z. B. an, es zerfällt im Organismus kernhaltiges Gewebe, dann entstehen durch Zersetzung des Nuklëins neben Phosphorsäure Purinbasen. Diese selbst oder ihre Umwandlungsproducte werden wir neben dem Stickstoff und Phosphor im Harn finden können. Bekannt ist die Zunahme der Purinkörper bei der acuten Leukämie, bei welcher nach A. Magnus-Levy [1]) auch die Ausscheidung von Phosphor gesteigert ist. Ebenso fand F. Röhmann [2]) schon vor längerer Zeit eine Zunahme der Xanthinkörper im Harn bei acuter Leberatrophie. Man wird auch erwarten können, dass unter Umständen die Ausscheidung von Purinkörpern gleichzeitig mit dem Stickstoff und Phosphor geringer wird, z. B. wenn nach längerem Hunger oder in der Reconvalescenz nach fieberhaften Krank-

[1]) Virch. Archiv. **152** S. 107.
[2]) Berl. klin. Woch. 1888. No. 43.

heiten, die vorher zerstörten Nukleoprotëide wieder ersetzt werden.

In allen Geweben finden sich ferner neben Phosphor auch die Erdalkalien.

Calcium und Magnesium bilden im Verein mit der Phosphorsäure den Hauptbestandteil des Knochens. Die Knochen sind nach Voit und Munk auch beim Erwachsenen kein so indifferentes Gewebe, als man früher glaubte, sondern beteiligen sich anscheinend ziemlich lebhaft am Stoffwechsel. Da das Verhältnis zwischen Calcium, Magnesium und Phosphor im Knochen ein ganz bestimmtes, feststehendes ist, so wird, wenn Knochengewebe „eingeschmolzen" wird, neben Phosphor die entsprechende Menge von Erdalkalien in die Circulation gerathen und je nach dem Verhalten des Stoffwechsels in den übrigen Geweben mehr oder weniger vollkommen in den Exkreten erscheinen. Wir sehen dies z. B. im Hunger, wo nach den Beobachtungen Munks [1]) sehr schnell ein Zerfall von Knochengewebe erfolgt. Wenn sich dagegen Knochen bildet, werden die erforderlichen Mengen Calcium und Magnesium neben dem Phosphor gleichzeitig im Körper zurückgehalten. Belege hierfür finden sich in den Versuchen Blaubergs [2]) bei wachsenden Kindern.

Aber nicht der Knochen allein enthält Calcium und Magnesium; auch im Muskel, in der Leber und den übrigen Geweben finden sich nicht unbeträchtliche Mengen von beiden Basen neben theils organisch theils anorganisch gebundenem Phosphor Das Verhältnis der Elemente Phosphor, Calcium und Magnesium zu einander und besonders auch zum Stickstoff ist aber in diesen ein anderes als in den Knochen. Es werden daher diese Elemente in verschiedener Menge in den Excreten erscheinen, je nachdem das eine oder das andere Gewebe im Stoffwechsel zerfällt oder gebildet wird.

---

[1]) Archiv f. patholog. Anatomie. 132. Supplement.

[2]) Zeitschr. f. Biologie 40. 1. 1900.

Bestimmen wir nun bei Stoffwechselversuchen nicht nur den Stickstoff und Phosphor sondern auch die Erdalkalien, so werden wir unter Umständen entscheiden können, ob Phosphor im Knochen oder in anderen Geweben angesetzt beziehentlich von diesen Organen abgegeben wird. Gelingt es ferner das Knochengewebe für die Betrachtung auszuschalten — dies wäre der Fall, wenn es sich im Stoffwechselgleichgewicht befindet — so würden sich aus Aenderungen des Verhältnisses von Phosphor, Calcium, Magnesium und Stickstoff in den Excreten viel leicht weitere Schlüsse auf das Verhalten der phosphorhaltigen-organischen Verbindungen im Stoffwechsel — speciell bei Fütterung mit phosphorhaltigen und phosphorfreien Eiweisskörpern — machen lassen.

Dies waren die leitenden Gedanken bei den im Folgenden zu besprechenden Versuchen.

Versuche von R. Leipziger.

Zwei Stoffwechselversuche mit einem phosphorfreien Eiweisskörper (Edestin), bei denen Stickstoff, Phosphor, Calcium und Magnesium bestimmt wurde, sind von Richard Leipziger[1]) beschrieben worden.

In dem einen Versuche fütterte Leipziger einen Hund von 5,83 kg., der sechs Tage gehungert hatte, mit einem Gemisch von Edestin, Stärke, Speck, Salzen (dieselben enthielten auch Phosphorsäure) und Fleischextract. Der Hund setzte 3,54 g. Stickstoff und 0,047 gr. Phosphor an.

Calcium[2]) wurde in der Nahrung

aufgenommen:		0,2044 gr.
ausgeschieden		
im Harn: . . .	0,0399	0,3489 „
„ Kot:	0,309	
Bilanz: —		0,1445 „

[1]) Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 77.

[2]) Die Zahlen, die Leipziger angiebt sind durch Rechenfehler entstellt; im folgenden werden die richtigen, auf Grund der vorhandenen Protokolle neu berechneten Zahlen angegeben.

Magnesium in der Nahrung
aufgenommen: . . . . . 0,1276 g.
Ausgeschieden
im Harn: . . . 0,1367 } 0,1692 „
„ Kot: . . . . 0,0325 }
Bilanz: — 0,0416 gr.

In dem anderen Versuche hungerte der Hund vor dem Beginn der Fütterung, bei der ein entsprechend zusammengesetztes Gemisch von Edestin etc. gereicht wurde, längere Zeit. Sein Körpergewicht war von 6450 g. auf 4400 g. gesunken und später noch bis 4080 g. Es stieg während der Fütterung auf 4420 g. Der Hund setzte 7,56 g Stickstoff und 0,57 g Phosphor an.

Calcium wurde in der Nahrung
aufgenommen: . . . . . 0,1801 gr.
ausgeschieden
im Harn: . . . 0,0586 } 0,2956 „
„ Kot: . . . . 0,237 }
Bilanz: — 0,115 gr.

Magnesium wurde in der Nahrung
aufgenommen: . . . . . 0,1347 gr.
ausgeschieden
im Harn: . . . 0,1026 } 0,1306 „
„ Kot: . . . . 0,0280 }
Bilanz: + 0,0041 gr.

Die Bilanzen sind also folgende:

Versuch I	+ 3,54 g N	— 0,144 g Ca.
	+ 0,05 „ P	— 0,033 „ Mg.
Versuch II	+ 7,56 g N	— 0,115 g Ca.
	+ 0,57 „ P	+ 0,004 „ Mg.

In beiden Versuchen wurde Calcium, im ersten auch Magnesium vom Körper abgegeben. Die Menge der in der Nahrung zugeführten Calcium- und Magnesiumsalze reichte nicht aus, um den Körper auf seinem Salzbestand zu erhalten.

Wir sehen ferner, dass im zweiten Versuche etwas weniger Calcium ausgeschieden und von Magnesium, — wenn auch vielleicht kein Ansatz — die Zahl von 4 mg liegt nahe der Fehlergrenze — so jedenfalls keine Abgabe stattgefunden hat.

Eigene Versuche.

Weitere Versuche stellte ich selbst auf Veranlassung von Professor Röhmann an. Gegenstand waren erstens: Eine sechstägige Periode mit Casëin und 2 sechstägige Edestinperioden, an denen bereits von Ehrlich Stickstoff und Phosphorbestimmungen gemacht waren, deren Resultate er in seiner Dissertation veröffentlicht hat.

Zweitens je eine fünftägige Periode mit Casëin- und Edestinfütterung vorgenommen an demselben Hunde. Von diesen Perioden waren die Stickstoffbestimmungen schon gemacht. Die Phosphorbestimmungen, die ich im Anschluss an die Calcium- und Magnesiumbestimmungen machen wollte, konnten leider nicht mehr vorgenommen werden, da der Harn sich später unter dem Einfluss der grossen Sommerhitze zersetzt hatte.

In diesen Versuchen musste zur Aufstellung von Bilanzen bestimmt werden;

1.) Der Calcium- und Magnesium-Gehalt der eingeführten Nahrung.
2.) Der Calcium- und Magnesium-Gehalt von Harn und Kot.

Bei der Nahrung kam nur der Ca- und Mg-Gehalt des Salzgemisches in Betracht, da mehrfache Prüfungen des Casëins und Edestins nur Spuren von Ca und Mg ergaben, die für die Aufstellung der Bilanzen vernachlässigt werden konnten.

Bei der Ca- und Mg-Bestimmung im Harn konnte die gewöhnlich angewandte Methode der directen Fällung aus dem filtrirten Urin nicht angewandt werden, da sich unfiltrirbare Trübungen im Harn befanden. Ausserdem erschien es fraglich, ob sich die kleinen Mengen der Erdalkalien bei Anwesenheit der grossen Mengen von organischen Substanzen vollkommen würden ausfällen lassen.

Es wurde daher zuerst beabsichtigt, den Harn mit Salpetersäure aufzuschliessen und dann erst die Kalkfällung vorzunehmen. Ein Vorversuch ergab jedoch, dass das Glas beim Erhitzen mit Salpetersäure Kalk abgab. Es wurde deshalb zur Methode der Veraschung des Harns übergegangen. Es wurde ein Fünftel der Gesammtmenge des Urins der betreffenden Periode in einer grösseren Silberschale erst auf dem Sandbad eingedampft, dann unter directem Erhitzen verkohlt, die Kohle mit Salzsäure extrahirt und durch ein aschefreies Filter filtrirt. Die zurückbleibende Kohle wurde dann noch einmal mitsammt dem Filter in der Silberschale erhitzt, mit Kali und Salpeter geschmolzen und die Schmelze in heissem Wasser gelöst. Die Flüssigkeit wurde dann mit den etwa noch ungelösten Rückständen in ein Erlenmeyer-Kölbchen gespült und vorsichtig conc. Salzsäure allmählich zugegossen. Dann wurde durch ein aschefreies Filter filtrirt und mit heissem Wasser bis zum Verschwinden der sauren Reaction ausgewaschen. Meist zeigte sich im Filtrat eine Trübung, welche durch Chlorsilber hervorgerufen war. Durch Erwärmen der Lösung im Wasserbade gelang es aber leicht, das Chlorsilber, das sich am Grunde des Gefässes zusammenballte, abzufiltriren. Das klare Filtrat wurde dann mit dem ersten aus der Kohle gewonnenen Filtrat vermischt. Bei einiger Uebung gelingt es bald, die Flüssigkeitsmengen nicht zu gross werden zu lassen. Im Gesammtfiltrat wurde in üblicher Weise das Calcium als Oxalat gefällt und als CaO gewogen, im Filtrat des oxalsauren Calciums wurde das Magnesium als phosphorsaures Ammonmagnesium abgeschieden und als Magnesiumpyrophosphat gewogen. In entsprechender Weise wurden Ca und Mg im Salzgemisch und in den Aschenrückständen des Kotes bestimmt.

Versuch Nr. 2 von Ehrlich:

Fütterung mit Edestin.

Dieser Versuch war eine Periode von sechs Tagen, in welcher der schon früher zu Versuchen benützte Hund von 17 kg

Gewicht mit Edestin, Stärke, Speck und Salzgemisch gefüttert wurde. Die Periode verlief, wie Ehrlich angiebt, ohne Störung. Die angegebene Nahrung wurde vom 1—6 Mai 1899 gereicht, wobei am 5. und 6. Mai je 7,5 g Fleischextract dazu kamen. Die Nahrung wurde mit destillirtem Wasser angerührt. Am 7. Mai wird der Kot abgegrenzt und der Hund hungern gelassen. Am 8. Mai wird mit Hundekuchen gefüttert; am 9. Mai erschien der deutlich abgegrenzte Kot.

Das Körpergewicht des Hundes nahm während der Periode ab; dabei wurden 6,47 g Stickstoff angesetzt und 0,33 g Phosphor abgegeben. Noch bedeutender war hier die Abgabe von Calcium und Magnesium.

Es werden

eingeführt in der Nahrung: . .		0,372 g Ca.
ausgeschieden		
im Harn: . . .	0,146	1,632 g Ca.
„ Kot:	1,486	
Bilanz: —		1,260 g Ca.
eingeführt in der Nahrung: . .		0,047 g Mg.
ausgeschieden		
im Urin: . . .	0,076 g	0,097 g Mg.
„ Kot: . . .	0,0214 „	
	—	0,050 g Mg.

Die folgenden beiden Perioden, die Gegenstand der Untersuchung waren, war je eine sechstägige Caseïn- und eine unmittelbar ohne Zwischenschaltung eines Hungertages sich anschliessende Edestinperiode, ausgeführt vom 1. bis 6. und 7. bis 12. Juli 1899 an einer anderen Hündin, die ungefähr dasselbe Gewicht, wie die vorher benützte, hatte.

Versuch IV von Ehrlich.

Fütterung mit Caseïn.

Die Caseïnperiode verlief, wie Ehrlich angiebt, ohne äussere Störungen. Der Hund nahm die Nahrung willig zu sich, der Harn hatte normale Reaction.

Die Bilanz des Stickstoffes war negativ

eingeführt in der Nahrung: . .			69,234 g N
ausgeschieden			
im Harn: . . .	68,738		
„ Kot	1,618		70,356 g N
		—	1,122 g N

Die Bilanz des Phosphors war gleichfalls negativ.

eingeführt in der Nahrung: . . .			6,09 g P
ausgeschieden			
im Harn:	6,456		
„ Kot:	0,684		7,14 g P
		Bilanz: —	1,05 g P

Auch die Calcium- und Magnesium-Bilanzen sind negativ. Es wurde

aufgenommen in der Nahrung: .			0,372 g Ca
ausgeschieden			
im Harn: . .	0,2114 g		
„ Kot: . . .	2,0226 „		2,2340 g Ca
		Bilanz: —	1,86 g Ca
aufgenommen in der Nahrung .			0,0468 g Mg
ausgeschieden			
im Harn: . . .	0,2665		
„ Kot: . . .	0,1133		0,3798 g Mg
		Bilanz: —	0,33 g Mg

Versuch V von Ehrlich.

Fütterung mit Edestin.

Die folgende Edestin-Periode, die sich, wie schon erwähnt unmittelbar an die Caseïn-Periode anschloss, verlief, wie Ehrlich angiebt, ebenfalls ohne Störung. Die Stickstoff- und Phosphorbilanzen sind ebenfalls negativ ebenso wurde Calcium und Magnesium abgegeben.

Eingeführt in der Nahrung: . . 69,540 g N
ausgeschieden
im Harn: . . 72,522 g } 78,318 g N
„ Kot: . . . 5,796 „ }
Bilanz: — 8,78 g N
eingeführt in der Nahrung: . . . 6,108 g P
ausgeschieden
im Harn: . . . 6,722 } 7,4394 g P
„ Kot: . . . . 0,7094 }
Bilanz: — 1,3234 g P

Die Abgabe von Stickstoff und ebenso von Phosphor ist grösser als in der vorher gehenden Caseïnperiode.

An Calcium wurde
eingeführt in der Nahrung . . 0,3726 g Ca
ausgeschieden
im Harn: . . . 0,1121 } 2,0534 g Ca
„ Kot: . . . 1,9413 }
Bilanz: — 1,6808 g Ca
An Magnesium wurde
eingeführt in der Nahrung: . . 0,0468 g Mg
ausgeschieden
im Harn: . . . 0,0399 } 0,4743 g Mg
„ Kot: . . . 0,4344 }
Bilanz: — 0,4275 g Mg

Die Calciumabgabe ist etwas geringer, die Magnesiumausscheidung grösser als in der vorhergehenden Periode.

Diese letzte Edestinperiode schloss am 12. Juli. Am folgenden Tage wurde der Kot abgegrenzt und der Hund hungern gelassen.

Neue Versuche.

Am 14. bekam derselbe Hund Hundekuchen, ebenso an den folgenden Tagen bis zum 17. Juli. Von diesem Tage ab wurde er mit einer Nahrung gefüttert, die aus 350 g Fleisch, 100 g Speck und 15 g Stärke pro Tag bestand, um ihn all-

mählich ins Stickstoff-Gleichgewicht zu bringen. Der Hund wog zu Anfang dieser Fleischperiode 16030 g, am Schluss 16160 g, die Stickstoffzahlen zeigen das Bestreben einer Einstellung ins Gleichgewicht, sodass am 20. Juli Kot abgegrenzt und mit einer

neuen Edestinperiode

begonnen werden konnte. Dieselbe dauerte vom 20. bis 24. Juli 1899.

Die Nahrung bestand aus: 70 g Edestin (N-Gehalt 16,19%), 100 g Speck, 16 g Reisstärke, 33 g Salzgemisch von derselben Zusammensetzung wie schon bei Ehrlich angegeben, ausserdem 7 g Dinatriumphosphat und 0,5 g citronensaures Natrium. Am 24. bis 26. Juli wurde ein anderes Salzgemisch (Salzgemisch Nr. 2) von ähnlicher Zusammensetzung gereicht. Dasselbe wurde dann auch in der folgenden Caseïnperiode gegeben.

Die Nahrung wurde mit 150 ccm destillirtem Wasser angerührt, die übrigen 50 ccm bekam er nachher zu saufen. Die Periode verlief ohne Störung. Der Hund nahm die Nahrung willig zu sich.

Die täglichen Stickstoffausscheidungen schwankten nicht erheblich, ein Beweis für die Richtigkeit der Annahme, dass der Hund am Ende der Fleischperiode nahezu im Stickstoffgleichgewicht sich befand.

Es wurde

eingeführt in der Nahrung:			57,58 g N
ausgeschieden			
im Harn:	54,84	56,878	
„ Kot:	1,938		
	Bilanz: +		0,702 g N

Die Resorption des Stickstoffes war eine gute: Sie betrug 96,64% der eingeführten Menge. Wie die Bilanz ergiebt, betrug der Stickstoffansatz nur 0,68 g N, der Hund war also

fast im Stickstoffgleichgewicht. Zur besseren Uebersicht diene folgende Tabelle:

Datum 1899	Gewicht kg	Harnmenge ccm	Wasser der Nahrung ccm	Stickstoff			
				Nahrung	Harn	Kot	Bilanz
20.VII.	16,16	—	—	—	—	—	—
21. „	16,16	320	150	11,59	11,44	1,938	— 0,23
22. „	16,27	330	150	11,59	10,59		+ 0,61
23. „	16,37	400	150	11,59	10,63		+ 0,65
24. „	16,37	385	150	11,42	10,63		+ 0,65
25. „	16,17	325	150	11,39	11,55		— 0,38

Calcium und Magnesium wurden auch hier wieder trotz des Stickstoffgleichgewichtes in beträchtlicher Menge ausgeschieden.

Eingeführt in der Nahrung: . . . 0,3570 g Ca

ausgeschieden

im Harn: 0,114
„ Kot: . . . . 1,3821 } 1,5135 g Ca

Bilanz: — 1,1565 g Ca

und

eingeführt . . . . . 0,0262 g Mg

ausgeschieden

im Harn: . . 0,0426
„ Kot: . . . 0,0517 } 0,0943 g Mg

Bilanz: — 0,0681 g Mg

An diese Edestinperiode schloss sich unmittelbar ohne Zwischenschaltung eines Hungertages die letzte

Caseïnperiode.

Am 25. Juli wurde der Kot abgegrenzt und der Hund mit folgender Nahrung gefüttert: 80 g Caseïn (N-Gehalt 13,50 %), 33 g Salzgemisch 16 g Stärke, 100 g Speck, 0,8 g citronensaurem Natrium.

Auch diese Periode verlief ohne Störung. Der Hund nahm die Nahrung gut zu sich.

Es erfolgte ein kleiner Stickstoffansatz:

eingeführt in der Nahrung: . . 55,29 g N

ausgeschieden

im Harn: . . . 51,04 }
„ Kot: . . . 1,327 } 52,367 g N

Bilanz: + 2,923 g N

Die Resorption des Stickstoffes war etwas besser als in der Edestinperiode, sie betrug 97,6%, war also ebenso gross wie in der zweiten Caseïnperiode von Ehrlich. Die Einzelheiten sind auf der folgenden Tabelle zu ersehen

Datum 1899	Gewicht kg	Harnmenge mm	Wasser der Nahrung ccm	Stickstoff		
				Nahrung	Harn	Kot
26. VII.	16,27	290	150	11,059	10,06	
27. „	16,35	270	150	11,059	9,85	
28. „	16,32	310	150	11,059	10,53	1,327
29. „	16,35	250	150	11,059	10,14	
30. „	16,39	255	150	11,059	10,46	
				55,29	51,04	

Die Calcium- und Magnesiumbilanz ist auch in dieser Periode stark negativ:

Es wurde

eingeführt in der Nahrung: . . 0,4275 g Ca

ausgeschieden

im Harn: . . . 0,0655 }
„ Kot: . . . 1,6897 } 1,7552 g Ca

Bilanz: — 1,3277 g Ca

und

eingeführt in der Nahrung: . . 0,0070 g Mg

ausgeschieden

im Harn: . . 0,0164 g }
„ Kot: . . 0,0451 g } 0,0615 g Mg

Bilanz: — 0,054 g Mg

Zur Uebersicht über die bisher gewonnenen analytischen Resultate diene folgende Tabelle

TABELLE.

Versuche	Stickstoff	Phosphor	Calcium	Magnesium	Fütterung	In der Nahrung sind enthalten pro Tag und Kilo und Tier Ca	Mg
II. von **Ehrlich**	+ 6,57	— 0,33	— 1,26	—0,05	Edestin	3,7 mg	0,47mg
IV. „ „	— 1,12	— 1,05	—1,86	—0,33	Caseïn	3,9 „	0,49 „
V. „ „	— 8,78	— 1,32	—1,86	—0,43	Edestin	3,9 „	0,49 „
I. **Neuer Versuch**	+ 0,70	—	—1,15	— 0,07	Edestin	4,4 „	0,32 „
II. „ „	+ 2,93	—	—1,32	—0,05	Caseïn	5,2 „	0,09 „
I. von **Leipziger**	+ 3,14	+ 0,08	—0,144	—0,033	Edestin	5,9 „	3,6 „
II. „ „	+ 7,56	+ 0,57	—0,115	+0,0041	Edestin	7,0 „	5,2 „

Aus derselben ergiebt sich zunächst, dass in den 5 von mir verarbeiteten Versuchen die Bilanzen für Calcium und Magnesium negativ sind.

Es ist dies die Folge einer ungenügenden Zufuhr von Erdalkalien in der Nahrung. Wieviel von den Salzen erforderlich gewesen wäre, um den Hund auf seinem Bestand von Erdalkalien zu erhalten, können wir nicht mit Sicherheit angeben. Der Stand unserer Kenntnisse über den Salzstoffwechsel ist noch verhältnissmässig gering. Er wird durch folgende Worte Munks[1]) charakterisiert; „Ist es auch zweifellos, dass der Körper bei Ausschluss oder bei ungenügender Zufuhr der Nährsalze von seinem Mineralbestande einbüsst, so ist doch die Bedarfsgrösse an Salzen überhaupt und an jedem einzelnen Salz im Besonderen noch unbekannt."

Um wenigstens eine annähernde Vorstellung von dem Bedarf an Erdalkalien zu gewinnen, betrachten wir folgende Versuche. Zunächst sei erwähnt ein Versuch von Heiss.[2])

[1]) Munk und weil. Uffelmann. Ernährung des gesunden und kranken Menschen Wien und Leipzig 1895. S/85.

[2]) Z. f. Biologie **12**. 151. 1876.

Derselbe fütterte einen ausgewachsenen Hund von 4700 g mit Fleisch und Speck. Der Hund erhielt destillirtes Wasser und ausserdem zu einem bestimmten Zwecke Milchsäure. In dem während 308 Tagen ausgeschiedenen Harn und Kot wurden Ca und Mg bestimmt und ihre Menge verglichen mit dem Ca- und Mg-Gehalt des gefütterten Fleisches, der auf Grund vorhandener Analysen berechnet worden war.

Es wurden in Harn und Kot ausgeschieden 13,72 CaO und 19,50 MgO, im Fleisch und Speck aufgenommen 13,75 g CaO und 20,69 g MgO. Es bestand also annäherndes Gleichgewicht zwischen Einnahme und Ausgabe. Für den Tag berechnet sich hieraus eine Aufnahme von 0,0429 g CaO und 0,0617 g MgO oder für den Tag und Kilo Körpergewicht 9,1 mg CaO — 6,5 mg Ca und 14 Mg MgO = 8,6 mg Mg.

In einem Versuche von L. Perl[1]) erhielt der Hund als Nahrung ebenfalls Fleisch und Speck (neben destillirtem Wasser) Hier genügte aber der Kalkgehalt der Nahrung nicht. Der 22 Kilo schwere Hund nahm im Tage 0,1215 g Kalk in der Nahrung auf und schied 0,3575 g Kalk in Harn und Kot aus. Dieser Hund hätte also mindestens 16,2 mg CaO = 11,6 mg Ca in der Nahrung gebraucht um sich auf seinem Bestand zu erhalten. Bei einer noch geringeren Zufuhr von Calcium setzte ein Versuchshund von Tereg und Arnold[2]) Calcium an. Derselbe erhielt bei einem Körpergewicht von 33,5 kg neben 100 g Fett, 600 g Pferdefleisch mit 0,144 g CaO; d. h. für den Tag und Kilo Körpergewicht 3,1 mg Ca. Er schied im Tage auf 1 kg Körpergewicht aus: 2,4 mg Ca. Demgegenüber stehen Versuche, nach denen der Calciumbedarf ein erheblich grösserer sein würde.

In einem anderem Versuche von Tereg und Arnold wurde der 40 kg schwere Hund mit Hundekuchen gefüttert.

[1]) Virchows Archiv. Bd. 74. S. 54. 1878.
[2]) Pflügers Archiv. Bd. 32. S. 121. 1883.

Mit demselben erhielt er pro Tag und Kilo Körpergewicht 0,0195 g CaO = 0,0139 g Ca, also viermal so viel als bei Fleischfütterung. Trotzdem er sich im Stickstoffgleichgewicht befand, schied er bei dieser Ernährung in Harn und Kot pro Tag und kg 0,0377 g CaO = 0,0269 g Ca, d. h. er gab ungefähr ebenso viel von seinem Calciumbestande ab, als er Calcium in der Nahrung aufnahm. Der Bedarf würde also noch grösser gewesen sein.

Da hiernach der Bedarf an Erdalkalien bei der Ernährung von bisher noch nicht recht deutlich erkennbaren Factoren abhängig zu sein scheint, sehen wir uns die Ausscheidung derselben im Hunger an. Wir verfügen hier über einen Versuch von Munk am Hunde. Munks Hund schied bei einem Körpergewicht von 17,16 bis 14,27 kg in 10 Hungertagen 2,43 g CaO und 0,95 g MgO durch Harn und Kot aus. Nehmen wir das Körpergewicht im Mittel zu 15 kg, so käme für den Tag auf 1 kg Körpergewicht etwa 11,5 mg Ca und 3,8 mg Mg. Die Zahl für Ca stimmt also mit der, welche sich aus dem Versuche von Perl berechnet, gut überein. Die für Magnesium berechnete ist um die Hälfte kleiner als in dem Versuche von Heiss.

Vergleichen wir hiermit die Zufuhr von Calcium und Magnesium, in den von mir bearbeiteten Versuchen und den Versuchen von Leipziger.

Das Salzgemisch, welches Leipziger benützte war dasselbe, dessen sich gelegentlich Munk bei seinen Versuchen bediente. Es war zusammengestellt auf Grund der Aschenanalyse des Fleisches. Munk hatte seinem 11 kg schweren Hund, der mit Fleischrückständen gefüttert wurde, täglich 2 g gegeben, Leipziger seiner 5—6 kg schweren Hündin, 1 g und ausserdem noch 5 g Fleischextract. Sie erhielt 5,9 bezw. 7,0 mg Ca und 3,6 bezw. 5,2 mg Mg pro Tag und kg Körpergewicht. Nach dem Versuche von Tereg und Arnold mit Fleischfütterung und dem Versuch von Heiss hätte diese Menge genügen können, um Calciumgleichgewicht

zu erzielen. In Wirklichkeit stellte sich letzteres nicht ein. Noch weniger von beiden Erdalkalien waren in dem Salzgemisch von Ehrlich enthalten. Dasselbe bestand aus: 37,5 g Dinatrium Phosphat, 13,5 g Monokaliumphosphat, 4,0 g Chlorcalcium, 30 g Calciumchlorid, 1 g Magnesiumcitrat, 450 g Rohrzucker. Von diesem erhielt der 16—17 kg schwere Hund täglich 33 g, enthaltend 5,2 g Salze. Die absolute Menge der Salze ist also grösser als in den Versuchen Leipzigers. Das Salzgemisch enthält auch alle erforderlichen Elemente, nur tritt grade das Calcium und Magnesium gegenüber den anderen Bestandteilen zu sehr zurück, sodass hier der Hund im Tag für das kg Körpergewicht nur 3,7 — 5,2 mg g Calcium und 0,09 — 0,49 mg Magnesium erhält, es also nicht auffallend ist, wenn er mehr Calcium und Magnesium ausscheidet, als ihm in der Nahrung zugeführt wird.

Unsere Stoffwechselversuche sind also zu betrachten als Ernährungsversuche, bei denen zwar die organischen Bestandteile der Nahrung mehr oder weniger genügten, von den anorganischen aber jedenfalls die Erdalkalien in nicht ausreichender Menge zugeführt wurden. Hierdurch trat eine Verwicklung der Verhältnisse ein, welche es unmöglich machte zu erkennen, ob phosphorhaltige und phosphorfreie Eiweisskörper den Stoffwechsel der Erdalkalien in verschiedener Weise beeinflussen.

Aber auch so sind diese Versuche nicht ohne Interesse.

Betrachten wir zunächst das Verhalten des Calciums.

Auffallend ist die Grösse der abgegebenen Menge des Calciums in den ersten 5 Versuchen der Tabelle. Es schied der Hund z. B. in Versuch IV von Ehrlich 1,86 g Calcium mehr aus als er einnahm, d. h. für den Tag und kg Körpergewicht $\frac{1,86}{6 \times 16} = 19,3$ mg, dazu kommen noch 3,9 mg Ca in der Nahrung. Der Bedarf des Hundes berechnet sich also zu 24,2 mg, wäre demnach doppelt so gross als nach dem Versuche von J. Munk im Hunger und um die Hälfte grösser, als in dem Versuche mit Fleischfütterung

von Perl und annähernd so gross wie in dem Versuche von Arnold und Tereg mit Hundekuchenfütterung. Wenn man nun die Frage aufwirft, woher der ausgeschiedene Kalk stammt, so wird man wohl mit der Annahme nicht fehlgehen, dass sich ausser Muskeln und Drüsen auch das Knochengewebe an der Kalk- und Magnesia-Abgabe beteiligt hat. Schon Forster[1]) hat ja gezeigt, dass sich bei Mineralsalzhunger die Knochen an der Abgabe der Salze beteiligen, speciell hat er gezeigt, dass bei mangelhafter Zuführung von Kalksalzen nicht blos die Muskeln, das Blut und die anderen Organe an Kalk ärmer werden, sondern auch die Knochen[2]), ebenso wies Sedlmayr[3]) durch directe Knochenanalysen nach, dass die Knochen an Kalk und Magnesia im Hunger ärmer werden. Der von uns gebrauchte Hund wog 17 kg. Nach Voit[4]) berechnet sich die Gesammtmenge der Muskeln, die etwa 39,7% des Körpergewichts beträgt, hier auf 6749 g. Nach den Analysen von Katz[5]) sind in 1000 g frischem Hundefleisch 0,0685 g Ca enthalten, der Kalkgehalt der gesamten Muskulatur des von uns benützten Hundes beträgt also 0,4623 g. In den übrigen Weichteilen des Körpers mag er die gleiche Menge enthalten. Nun sind aber in der Zeit vom 1.—13. VII in welcher eine Caseïn- und Edestin-Periode unmittelbar einander folgten, 4,2874 g Ca abgegeben worden und in der Zeit vom 21—30. 7. 3,2697 g Ca. In jeder dieser Perioden scheidet also der Hund mehr Kalk aus, als er überhaupt in seinen gesamten Organen ausschliesslich der Knochen besitzt.

Wenn hiernach das Calcium aus den Knochen stammt, so müsste mit dem Calcium noch eine entsprechende Menge von Phosphorsäure ausgeschieden werden Da nach

---

[1]) Z. f. Biologie Bd. **12.** 464.
[2]) Z. f. Biologie. Bd. **9.**
[3]) Z. f. Biologie. Bd. **37.**
[4]) Z. f. Biologie. Bd. **30.**
[5]) Pflügers Archiv Bd. **63.**

S. Gabriel im Knochen auf 51,3 g CaO 37 g P_2O_5 d. h. auf 1 g Ca 0,441 g P enthalten sind, so würden wir folgende Zahlen für die Phosphorbilanzen haben:

	Vers. 2. E.*)	Vers. 4. E.	Vers. 5. E.	Vers. 1 L.*)	Vers. 2 L.
aus der Ca Ausscheid. berechn.	— 0,556	— 0,821	— 0,741	— 0,063	— 0,05
gefunden . . .	— 0,33	— 1,05	— 1,32	+ 0,08	+ 0,57

In Versuch 4 und 5 von Ehrlich ist also die Phosphorabgabe grösser als die aus der Calciumausscheidung berechnete, im Versuch 2 von Ehrlich ist sie kleiner und in den Versuchen von Leipziger fand sogar ein Ansatz von Phosphor statt. In den ersten beiden Versuchen muss also Phosphor noch von einem anderen Gewebe als den Knochen abgegeben worden sein, in dem anderen wurde Phosphor in dem Körper zurückgehalten. Hiermit im Einklang steht das Verhalten des Stickstoffes. In den beiden ersten Versuchen war die Stickstoffbildung positiv, in den anderen negativ.

Wir sehen an diesen Beispielen zugleich, dass der Vergleich, der in der Nahrung aufgenommenen Phosphormengen mit dem durch Harn und Kot ausgeschiedenen uns keine genügende Vorstellung von Phosphorstoffwechsel giebt, wenn durch die Art der Nahrungszufuhr der Stoffwechsel des Knochens in irgend einer Weise beeinflusst wird. Denn wenn, wie in obigen Versuchen Knochengewebe zerfällt, wird die Phosporbilanz um so viel zu klein erscheinen, als der Phosphorausgabe aus dem Knochen entspricht.

Wenden wir uns jetzt dem Verhalten des Magnesiums zu. In dem Versuche von Heiss befand sich der Hund bei einer Zufuhr von 8,6 mg Magnesium im Gleichgewicht. Vielleicht ist diese Menge mehr als ausreichend, um den Magnesiumbestand des Körpers zu erhalten. Man kann dies wenig-

*) Anm. E. = Ehrlich. L. = Leipziger.

stens aus dem Versuche von J. Munk schliessen, wo im Hunger nur 3,8 mg Magnesium per Tag und Kilo Körpergewicht abgegeben wird. In dem ersten Versuche von Leipziger gab der Hund bei einer Zufuhr von 3,6 mg. Magnesium von seinem Bestande ab, mit 5,2 mg schien nach vorangegangenem längerem Hunger ein geringer Ansatz stattzufinden.

In den Versuchen von Ehrlich war ebenso wie die Calcium-, so auch die Magnesiumzufuhr bei weitem zu gering im Verhältnis zum Bedarf, die Magnesiumzufuhr betrug nur 0,09 bis 0,49 mg pro Tag und Kilo Körpergewicht.

Ueberlegen wir uns auch hier, aus welchen Geweben das ausgeschiedene Magnesium stammte. Wir untersuchen zunächst wieder, welchen Einfluss der Stoffwechsel des Knochens auf die Magnesium-Ausscheidung haben konnte. Der Knochen enthält auf 1 g Ca 0,0173 g Mg. Nehmen wir an, dass alles Calcium aus dem Knochen stammte, so müssten sich unter der Voraussetzung, dass das Magnesium nur vom Knochengewebe geliefert wurde, folgende Zahlen für das Magnesium ergeben.

Magnesiumbilanzen aus Calciumbilanzen berechnet:

Vers. 2 L.	Vers. 1 L.	Neue Vers. II.	Vers. 2 E.	Vers. 5 E.	Vers. 4 E.	Vers. 5 E.
—0,002	—0,0025	—0,023	—0,022	—0,02	—0,32	—0,029

gefunden:

0,004	—0,03	—0,05	—0,05	—0,07	—0,33	—0,43

Die aus der Calciumbilanz berechneten Werte sind also mit Ausnahme des ersten Versuches bei weitem geringer als die gefundenen. Es muss Magnesium noch aus einem andern Gewebe abgegeben werden, als dem Knochen.

Dieser Schluss findet seine Bestätigung, wenn wir die Magnesiumbilanzen mit den Stickstoff- und Phosphorbilanzen vergleichen.

Bilanzen		Einfuhr von Mg pro Tag und Kilo	Fütterung
N	Mg		
+ 7,56	+ 0,004	5,2 mg	Edestin
+ 6,57	— 0,05	0,47 „	Edestin
+ 3,54	— 0,033	3,6 „	Edestin
+ 2,93	— 0,05	0,09 „	Caseïn
+ 0,70	— 0,07	0,32 „	Edestin
— 1,12	— 0,33	0,49 „	Caseïn
— 8,78	— 0,43	0,49 „	Edestin

Im grossen Ganzen wächst in diesen Versuchen die Ausscheidung von Magnesium mit der Ausscheidung von Stickstoff. In den Versuchen, in denen ein Ansatz von Stickstoff stattfindet, ist die Abgabe von Magnesium seitens des Körpers geringer.

Beim Calcium tritt eine solche Beziehung zur Stickstoffausscheidung nicht zu Tage.

Bilanzen		Einfuhr von Ca pro Tag und Kilo	Fütterung
N	Ca		
+ 7,56	— 0,115	7,0 mg	Edestin
+ 6,57	— 1,26	3,7 „	Edestin
+ 3,54	— 0,114	5,9 „	Edestin
+ 2,93	— 1,32	5,2 „	Caseïn
+ 0,70	— 1,15	4,4 „	Edestin
— 1,12	— 1,86	3,9 „	Caseïn
— 8,78	— 1,68	3,9 „	Edestin

Es soll hiermit nicht gesagt sein, dass nicht auch Calcium aus eiweissreichen Organen abgegeben wurde. Die Mengen, welche beim Zerfall derselben frei werden, sind aber gering, sie ver-

schwinden im obigen Versuch gegenüber dem Calcium des Knochens. Noch deutlicher als zum Stickstoff zeigt sich die Beziehung des Magnesiums zum Phosphor.

Phosphorbilanzen:	+0,57	+0,05	−0,33	−1,05	−1,32
Magnesiumbilanzen:	+0,004	−0,033	−0,05	−0,33	−0,43

Phosphor- und Magnesiumbilanzen ändern sich in gleichem Sinne. Beim Calcium liess sich eine solche Beziehung zum Phosphor nicht erkennen.

Unsere Versuche führen zu folgenden Ergebnissen.

Aehnlich wie in den Versuchen von Forster[1]) bei Entziehung aller Salze zerfällt in unseren Versuchen bei ungenügender Zufuhr von Erdalkalien Knochengewebe. Das Calcium, dessen der Organismus für die Vorgänge in den übrigen Geweben nur in geringer Menge bedarf, wird ausgeschieden. Die Abgabe der Phosphorsäure von Seiten des Knochengewebes lässt sich unter Umständen nicht verfolgen, nämlich dann, wenn die Bedingungen für einen Phosphoransatz im Organismus vorhanden sind.

Neben einem Zerfall von Knochengewebe kann in anderen Geweben des Körpers ebenfalls ein Zerfall, aber auch ein Ansatz erfolgen, sodass Calcium von Körper abgegeben, gleichzeitig aber Stickstoff, Phosphor und Magnesium angesetzt werden können. Der Bestand des Knochens an Erdalkalien ist hiernach anscheinend bis zu einem gewissen Grade unabhängig von dem allgemeinen Stoffwechsel in den Geweben. Er scheint in erster Linie unter dem unmittelbaren Einfluss der Zufuhr von Erdalkalien zu stehen, in dem Sinne, dass eine mangelhafte Zufuhr der letzteren eine Abgabe von Erdalkalien und Phosphorsäure seitens des Knochengewebes zur Folge hat.

Wenn dies auch noch durch einfachere Versuche, als die oben geschilderten endgiltig bewiesen werden muss, so können wir doch auf die bekannten Versuche von Chossat, Roloff,

[1]) Forster, Z. f. Biologie: Bd. 9.

F. Voit, Baginsky u A. hinweisen, aus denen hervorgeht, dass besonders bei wachsenden Thieren unter dem Einfluss einer kalkarmen Nahrung Veränderungen im Knochengewebe auftreten, ohne dass im übrigen der Stoffwechsel irgendwie alteriert wird.

Bemerkenswert erscheint auch die Abhängigkeit des Magnesiums von Phosphor und Stickstoff. Voit hat bereits in seinen ersten Stoffwechselversuchen gezeigt, dass wenn „Fleisch" im Organismus zersetzt wird, dann auch die in ihm enthaltenen Aschenbestandteile im Harn und Kot erscheinen, ebenso wie umgekehrt bei einem Ansatz von „Fleisch" auch die entsprechenden Salze im Organismus zurückgehalten werden. Dass im Fleisch relativ reichliche Mengen von Magnesium enthalten sind, ist bekannt.

In unsern Versuchen liegen die Verhältnisse aber doch etwas anders, als in den Versuchen von Voit. Dort geht die Ausscheidung und Aufnahme von Stickstoff und Salzen immer annähernd parallel. In unseren Versuchen ist als Folge der ungenügenden Zufuhr von Erdalkalien speciell des Magnesiums die Bilanz für Magnesium eine negative, während die Stickstoffbilanz mehr oder weniger stark positiv ist. Auch da, wo letztere negativ ist, besteht doch keine Proportionalität zwischen Stickstoff und Magnesium, ebenso wenig wie nach den Versuchen von Zadik, zwischen Stickstoff und Phosphor.

Es bestehen also anscheinend Beziehungen zwischen Magnesium einerseits, dem Stickstoff und Phosphor andererseits, die erst durch weitere Versuche klar gelegt werden müssen.

Neuberechnung der Versuche von Leipziger.

Kalk- und Magnesiumgehalt der Nahrungsstoffe.

Edestin:	0,0130 % Ca	0,0034 % Mg
Salze:	2,54 % „	0,965 % „
Fleischextract:	0,0159 % „	0,2358 % „

Kalk- und Magnesiumgehalt der Nahrung.

Versuch I.:	180 g Edestin	0,023 g Ca	0,0061 g Mg
	7 „ Salze	0,2178 „ „	0,0675 „ „
	23 „ Fleischextract	0,003 „ „	0,0542 „ „
		0,2038	0,1278
Versuch II.:	180 g Edestin	0,023 g Ca	0,0061 g Mg
	6 „ Salze	0,1524 „ „	0,0579 „ „
	30 „ Fleischextract	0,0047 „ „	0,0707 „ „
		0,1801	0,1347

Kalk und Magnesium in Harn und Kot.

Versuch I.

7.—9. Dez.	0,0182 g Ca	Harn	0,0582 g Mg
10.—12. „	0,0217 „ „		0,0699 „ „
7.—12. „	0,309 „ „	Kot	0,0325 „ „
	0,3489		0,1606

Versuch II.

22.—22. Jan.:	0,0300 g Ca	Harn	0,0517 g Mg
23.—25. „	0,0286 „ „		0,0509 „ „
20.—22. „	0,237 „ „	Kot	0,0280 „ „
	0,2956 g. Ca		0,1306 g Mg

Eigene Versuche.

Analytische Belege.

Salzgemisch I.

3,0276 g enthalten: 0,0080 g CaO = 0,0057 g Ca
0,0033 „ $Mg_2P_2O_7$ = 0,00072 „ Mg
33 g enthalten: 0,0620 „ Ca
0,0078 „ Mg

Salzgemisch II.

5,2845 g enthalten: 0,0192 g CaO = 0,0137 g Ca
0,0011 „ $Mg_2P_2O_7$ = 0,00024 „ Mg
33 g enthalten: 0,0855 g Ca
0,0014 „ Mg

Edestinperiode: 1. — 7. V. 1899.

1/5 des Gesamturins enthält:

0,0410 g CaO = 0,0293 g Ca
0,697 „ $Mg_2P_2O_7$ = 0,0152 „ Mg

Im Gesamturin: 0,1465 „ Ca
0,0760 „ Mg

5,0263 g Kot enthalten:

0,2336 g CaO = 0,1668 g Ca
0,0109 „ $Mg_2P_2O_7$ = 0,000238 „ Mg

44 g Kot enthalten:

1,4867 „ Ca
0,0214 „ Mg

Caseïnperiode vom 1. — 7. VII. 1899.

1/5 Urin enthält: 0,0592 g CaO = 0,04229 g Ca
0,1523 „ $Mg_2P_2O_7$ = 0,0533 „ Mg

Gesamturin enthält: 0,2144 „ Ca
0,2665 „ Mg

3,1783 g Kot enthalten:

0,2500 g CaO = 0,17857 g Ca
0,0458 „ $Mg_2P_2O_7$ = 0,01001 „ Mg

36 g Kot enthalten:

2,0226 g Ca
0,1133 „ Mg

Edestinperiode: 8. — 13. VII. 1899.

1/5 Urin enthält: 0,0314 g CaO = 0,0224 g Ca
0,0365 „ $Mg_2P_2O_7$ = 0,00798 „ Mg

Gesamturin enthält: 0,1121 „ Ca
0,0399 „ Mg

4,2830 g Kot enthalten:

0,1854 „ CaO = 0,1324 g Ca
0,1355 „ $Mg_2P_2O_7$ = 0,02963 „ Mg

62,8 „ Kot enthalten:

1,9413 „ Ca
0,4344 „ Mg

Edestinperiode: 21. — 25. VII. 1899.

1/5 Urin enthält:	0,0368 g CaO	=	0,02626 g Ca
	0,039 „ $Mg_2P_2O_7$	=	0,0085 „ Mg
Gesamturin enthält:	0,1314 „ Ca		
	0,0425 „ Mg		
2,9641 g Kot I. Teil enthalten:			
	0,1544 g CaO	=	0,1103 „ Ca
	0,0187 „ $Mg_2P_2O_7$	=	0,00408 „ Mg
21,7 g Kot I. Teil enthalten:			
	0,8074 g Ca		
	0,0299 „ Mg		
3,0390 „ Kot II. Teil enthalten:			
	0,1796 g CaO	=	0,1282 g Ca
	0,0226 „ $Mg_2P_2O_7$	=	0,0049 „ Mg
13,6 „ Kot II. Teil enthalten:			
	0,5747 g Ca		
	0,0218 „ Mg		

Caseïnperiode: 26. — 30. VII. 1899.

1/5 Urin enthält:	0,0186 g CaO	=	0,0131 g Ca
	0,0150 „ $Mg_2P_2O_7$	=	0,0032 „ Mg
Gesamturin enthält:	0,0655 „ Ca		
	0,0164 „ Mg		
4,5677 g Ko enthalten:			
	0,3936 „ CaO	=	0,2811 g Ca
	0,0341 „ $Mg_2P_2O_7$	=	0,00745 „ Mg
27,7 „ Kot enthalten:			
	1,6897 „ Ca		
	0,0451 „ Mg		

Zum Schlusse meiner Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht Herrn Prof. Röhmann für die Anregung zu derselben und die ausserordentlich liebenswürdige Unterstützung, die er mir während derselben hat angedeihen lassen, an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Lebenslauf.

Ich, Ernst Gottstein, bin geboren zu Breslau am 18. August 1876 als Sohn des verstorbenen Kaufmanns Wilhelm Gottstein und seiner Gattin Jenny, geb. Cassirer. Ich besuchte das Gymnasium zu St. Elisabeth in Breslau, das ich Michaelis 1895 mit dem Zeugniss der Reife verliess. Ich studirte dann an den Universitäten Breslau, Freiburg i. B. und München Medicin. Im Sommer-Semester 1897 bestand ich das Tentamen physicum. Am 1. April 1900 begann ich die medicinische Staatsprüfung, die ich am 22. Juni desselben Jahres beendete. Meiner Militärpflicht als Einjährig-Freiwilliger genügte ich vom 1. October 1897 bis 31. März 1898 beim 4. Niederschlesischen Inf.-Reg. No 51. Während meiner Studienzeit besuchte ich die Vorlesungen folgender Heren:

v. Angerer, Barlow, Baumann†, Born†, Chun, F. Cohn†, H. Cohn, Czerny, Filehne, Flügge, Fraenkel, Gaupp, Grönouw, Hasse, Heidenhain†, Heine, Henke, Heydweiller, Hürthle, Kast, Klaussner, Kühnau, Kümmel, Küstner, Ladenburg, Mann, Meyer, v. Mikulicz-Radetzky, Neisser, Ponfik, v. Ranke, Röhmann, Schäffer, Schönwerth, Sittmann, Stern, Uhthoff, Wernicke, Wiedersheim, v. Winkel, v. Ziemssen, Ziegler.

Allen diesen Herren bin ich zu grösstem Danke verpflichtet.

Thesen.

1.) Für die Beurtheilung der Phosphorbilanzen ist bei Stoffwechselversuchen die gleichzeitige Bestimmung der Erdalkalien in der Nahrung und in den Excreten erforderlich.

2.) Die Buchnersche „Zymase“ ist kein Enzym im eigentlichen Sinne.

3.) Die Perforation anthrakotischer Bronchialdrüsen ist eine nicht zu vernachlässigende Ursache infektiöser Erkrankungen